

## 明 細 書

## ガスレーザ発振装置

## 技術分野

[0001] 本発明はレーザガスを循環させる送風機を備えたガスレーザ発振装置に関する。

## 背景技術

[0002] 図5は、従来の軸流型ガスレーザ発振装置の概略構成の一例を示す。以下、図5を参照しながら従来の軸流型ガスレーザ発振装置を説明する。

[0003] 図5に於いて、放電管1はガラスなどの誘電体よりなる。電極2, 3は放電管1の周辺に設けられている。電源4は電極2, 3に接続されている。放電空間5は、電極2, 3間に挟まれた放電管1内の空間である。放電部40は放電管1、電極2, 3、電源4、放電空間5により構成される。全反射鏡6、部分反射鏡7は、放電空間5の両端に固定配置され、光共振器を形成している。レーザビーム8は、部分反射鏡7より出力される。矢印9はレーザガスの流れる方向を示しており、軸流型ガスレーザ発振装置の中を循環している。レーザガス流路10はレーザガスの流路を示している。熱交換機11および12は、放電空間5における放電と送風機の運転により温度上昇したレーザガスの温度を下げる。送風機13はレーザガスを循環させ、放電空間5にて約100m/秒程度のガス流である。レーザガス流路10と放電管1とは、レーザガス導入部14で接続されている。

[0004] 上記従来のガスレーザ発振装置の動作について説明する。

[0005] レーザガス導入部14は、送風機13より送り出されたレーザガスを、レーザガス流路10を経て、放電管1内へ導入する。この状態で、電源4に接続された電極2, 3は放電空間5で放電する。放電空間5内のレーザガスは、この放電エネルギーを得て励起される。その励起されたレーザガスは、全反射鏡6および部分反射鏡7により形成された光共振器で共振状態となり、部分反射鏡7からレーザビーム8が出力される。このレーザビーム8がレーザ加工等の用途に用いられる。

[0006] 図6は従来のガスレーザ発振装置の送風手段周辺の構成図である。送風機13は軸23を介して、駆動部22と接続されている。送風機13と駆動部22とは、隔壁部24

により分離され、軸23の周辺には、軸の回転を妨げないように数10  $\mu$  mの隙間が形成されている。

[0007] この様な従来のガスレーザ発振装置では、レーザガスが放電により解離するため経時的に劣化してくるので、常時、主排出機構25からレーザガスの一部をレーザガス流路10より排出している。

[0008] また、駆動部22内には駆動部の潤滑用にオイル33が入っている。このオイルの霧（以下、オイルミストと記す）がレーザガス循環部のレーザガス中に侵入するとレーザガスの純度が低下し、レーザ発振に大きな不具合をもたらす。従って、オイルミストが隔壁部24を通過して送風機13へ進入しないように、常時、送風機13よりも駆動部22の方が、減圧された状態を保つ必要がある。

[0009] ガス供給機構29がレーザガス流路10に接続されており、排出された量に相当する分のレーザガスを供給する。副排出機構26は、駆動部22からレーザガスを排出する。すなわち、従来のガスレーザ発振装置は、主排出機構25、および副排出機構26の二つの排出機構を備えており、これらのガス排出機構は、真空ポンプ27に接続されている。

[0010] このように、従来のガスレーザ発振装置では、駆動部22から吸気し、送風機13に対して駆動部22の圧力が低くなるようにし、これを確認するようにしていた。上述の従来のガスレーザ発振装置の構成は、例えば、特開2000-22243号や、特開2003-110170号に開示されている。

[0011] しかし、従来のガスレーザ発振装置は、副排出機構26が、駆動部22からオイルミストの混入したガスを通過させるため、配管中に液化したオイルが付着および固化し、経時的に配管が詰まってくる。配管が詰まると副排出機構26の排出量が減少するため、駆動部22からのガス排出が不十分となり、駆動部22と送風機13との圧力差が減少し、駆動部22内のオイルミストが真空拡散により送風機13に侵入する恐れがあり得る。経時的な副排出機構の配管詰まりは、メンテナンスを行えば容易に回復するため、如何に配管詰まりを早期に検出できるかが課題であり得る。

#### 発明の開示

[0012] 本発明は、副排出機構の配管詰まりを適切に検出できるガスレーザ発振装置を提

供する。

- [0013] 本発明のガスレーザ発振装置は、放電部と、送風機と、レーザガス流路と、駆動部と、隔壁部と、ガス供給機構と、主排出機構と、副排出機構と、検出部と、制御部(ガス圧制御装置とも記す)と、配管詰まり判定部とを含む。放電部は放電管、電力、電源、放電空間により構成され、レーザガスを励起する。送風機はレーザガスを送風する。レーザガス流路は、放電部と送風機との間でレーザガスの循環経路を形成する。駆動部は送風機を駆動する。隔壁部は送風機と駆動部とを分離する。ガス供給機構は、弁を備え、レーザガス流路にレーザガスを供給する。
- [0014] 主排出機構は、弁を備え、レーザガス流路からレーザガスを排出する。副排出機構は、駆動部からレーザガスを排出する。検出部は、主排出機構と副排出機構の少なくとも一方から排出するレーザガス排出量を検出する。制御部は、ガス供給機構と主排出機構と副排出機構の各々の弁を制御する。検出部からの信号を制御部に入力し、制御部で主排出機構の弁を閉じたときのレーザガス排出量を所定の値と比較する。そして、配管詰まり判定部は、検出部からの信号を制御部に入力し、制御部で主排出機構の弁を閉じたときのレーザガス排出量を所定の値と比較してレーザガス排出量が所定の値よりも低い場合に副排出機構の配管詰まりと判定する。
- [0015] これにより、主排出機構の弁を閉じたときのレーザガス排出量を検出し、所定の値と比較することにより、副排出機構の配管詰まりを適切に検出することができる。そして、長期に渡って安定して使用できる信頼性の高いガスレーザ発振装置を提供できる。
- [0016] また、本発明のガスレーザ発振装置は、ガス供給機構の弁の開閉周期を検出する開閉周期検出部を設けてもよい。配管詰まり判定部で、主排出機構の弁を閉じたときの開閉周期を所定の値と比較し、開閉周期が所定の値よりも長い場合に副排出機構の配管詰まりと判定するようにしてもよい。これによれば、さらに、主排出機構の弁を閉じたときのガス供給機構の弁の開閉周期の変化を検出し、所定の値と比較することにより、副排出機構の配管詰まりを検出することができる。そして、長期に渡って安定して使用できる信頼性の高いガスレーザ発振装置を提供できる。
- [0017] さらに、本発明のガスレーザ発振装置は、配管詰まり判定部が配管詰まりと判定し

た場合にアラームを発生させるアラーム発生部を含むようにしてもよい。これによれば、さらに、配管詰まりをすばやく報知することができる。

### 図面の簡単な説明

- [0018] [図1]図1は本発明の一実施例におけるガスレーザ発振装置の要部構成図である。  
 [図2]図2は本発明の他の実施例におけるガスレーザ発振装置の要部構成図である。  
 。  
 [図3]図3は本発明の他の実施例におけるガスレーザ発振装置の要部構成図である。  
 。  
 [図4]図4は本発明の他の実施例におけるガスレーザ発振装置の要部構成図である。  
 。  
 [図5]図5は従来のガスレーザ発振装置の構成図である。  
 [図6]図6は従来のガスレーザ発振装置の要部構成図である。

### 符号の説明

- [0019] 1 放電管  
 2, 3 電極  
 4 電源  
 5 放電空間  
 6 全反射鏡  
 7 部分反射鏡  
 8 レーザビーム  
 9 レーザガスの流れる方向  
 10 レーザガス流路  
 11, 12 熱交換器  
 13 送風機  
 14 レーザガス導入部  
 22 駆動部  
 23 軸  
 24 隔壁部

- 25 主排出機構
- 26 副排出機構
- 27 真空ポンプ
- 28 ガス圧センサ
- 29 ガス供給機構
- 30 制御部(ガス圧制御装置)
- 31 供給弁
- 32 排出弁
- 33 オイル
- 34 流量センサ
- 35 圧力検出ポート
- 40 放電部
- 41 配管詰まり判定部
- 42 開閉周期検出部
- 43 アラーム発生部

#### 発明を実施するための最良の形態

- [0020] 以下、本発明の実施例におけるガスレーザ発振装置について、図面を用いて説明する。
- [0021] なお、本実施例において、ガスレーザ発振装置の基本的な構成は図5、図6で示す従来のレーザ発振装置と同じ構成である。図5、図6に示す従来のガスレーザ発振装置と同じ構成については同一の符号を用い、その説明を省略し、以下に本実施例における特徴部分を説明する。
- [0022] 図1は本発明の一実施例におけるガスレーザ発振装置の要部の構成図である。レーザガス流路中のガス圧は、検出部であるガス圧センサ28によって常時監視されている。ガス圧センサ28、およびガス供給機構29は、ガス圧制御装置30に接続されている。ガス圧制御装置30がガス供給機構29を制御する事により、二つの排出機構から排出された量を補う形でガス供給機構29が新鮮なレーザガスを外部より供給し、レーザガス流路中のガス圧は、常時一定に保たれている。

- [0023] 通常、ガス供給機構29には供給弁31が設けられており、レーザガス流路中のガス圧が一定の値以下となると、ガス圧制御装置30が弁を開き、レーザガス流路中にガスを供給する。ガスの供給によりレーザガス流路中のガス圧が一定値以上になると、ガス圧制御装置30は供給弁31を閉じる。主排出機構25のレーザガス排出機構には、排出弁32が設けられている。排出弁32は、常時開いており、一定量のレーザガスが通過している。
- [0024] 真空ポンプ27は、例えば約10リットル(以下、Lと記す)／時のガスを常時排出している。この内訳は、主排出機構25から9L／時、副排出機構26から1L／時程度の割合である。主排出機構に対して、副排出機構は、経路の径を小さく設定しており、経路の抵抗の差により、排出量の差が発生するように構造的に設定されている。真空ポンプ27からのガス排出により、レーザガス流路10の圧力が減少する。この圧力をガス圧センサ28が常時監視しており、供給弁31を開閉する事で、減少分のガスを補給している。
- [0025] 供給弁31の動作は、以下のようになる。レーザガス流路10のガス圧が一定値、例えば20.0キロ・パスカル(以下、kPaと記す)以下になると、ガス圧制御装置30は供給弁31へ開信号を発し、ガスの供給が開始される。ガスの供給により、0.5秒程度でレーザガス流路10中の圧力は一定値、例えば21.0kPaに達し、供給弁31は閉じられる。供給弁31の開閉とは関係無く、常時真空ポンプ27からガス排出が継続されている。
- [0026] 供給弁31が閉じると、レーザガス流路10中の圧力は、21.0kPaから徐々に減少し、約19～20秒で20.0kPaまで減少する。圧力が20.0kPaになると、再度供給弁31が開く。よって、この繰り返しサイクル、すなわち供給弁31の開閉周期は約20秒となる。もし何らかの理由により真空ポンプ27からのガス排出量が減少すると、レーザガス流路中の圧力減少の単位時間当たりの割合も低下するため、供給弁31の開閉周期も長くなる。
- [0027] 例えば、真空ポンプ27からのガス排出量が通常時の約10L／時から約5L／時になると、供給弁31の開閉周期も、通常の約20秒から約40秒程度へ伸びる事になる。すなわち開閉周期検出部42が供給弁31の開閉周期を監視すれば、間接的に真空

ポンプ27からのガス排出量を求める事ができるといえる。供給弁31の開閉周期を監視する開閉周期検出部42は、例えばガス圧制御装置30に併設されている。

[0028] ここで、副排出機構26が経時的にオイルミストにより詰まってきた場合を説明する。副排出機構26からの排出量は、主排出機構25に比べて非常に小さいため、仮に副排出機構26が詰まって、排出量が減少したとしても、その分、主排出機構からの排出量が増えるだけであり、真空ポンプ27からのガス排出量は10L/時のまま、ほとんど変わらない。よって、真空ポンプ27からのガス排出量を直接監視、あるいは上述した通り、供給弁31の開閉周期を利用して間接的に監視したとしても、副排出機構26詰まりによりガス排出量の変化を検出することは困難であり得る。仮にある値を閾値として設定したとしても、誤動作となり得、実用的とはいえない。

[0029] 本発明のポイントは、主排出機構25に設けた排出弁32にある。通常は送風機の運転が開始され、レーザ発振した状態では排出弁32は開いたままの状態であるが、運転中に一定時間、排出弁32を閉じる。すると真空ポンプ27からの排出は、副排出機構26のみとなる。副排出機構26のオイルミストなどによる詰まりがほとんど無い状態では、真空ポンプ27からの排出量は10L/時のまま、ほとんど変化しない。これは元々主排出機構25から排出していた分のガスまで、副排出機構から排出するように圧力バランスが自然と変化するためである。一方、副排出機構26がオイルミストなどによりほとんど完全に目詰まりを起している場合、排出弁32を閉じると、真空ポンプ27からのガス排出量は、大きく減少し、初期状態10L/時から例えば1~2L/時まで減少する。

[0030] よって配管詰まり判定部41は排出弁32を開いている時と閉じた時とでの、真空ポンプ27からのガス排出量を監視し、相互に比較する、あるいは所定の値と比較する事で、副排出機構26の目詰まりを検出できる。異常を検出した場合に、例えば配管詰まり判定部41に併設構成されたアラーム発生部43がアラームを発し、使用者に副排出機構26内の清掃を促す。これにより、駆動部22内のオイル32から発したオイルミストがレーザガス流路10中に侵入する事を未然に防止する事が出来る。

[0031] また、主排出機構25自体を廃止し、最初から副排出機構26のみで、レーザガスの排出を行う案も検討した。この場合、送風機13と駆動部22との圧力差は常に一定以

上確保する事ができると考えられ、オイルミストのレーザガス流路10への侵入に対しては効果がある。但し、本来の主排出機構25の機能である乖離したレーザガスを約10L/時で排出し続けるという役割を果たす事は困難となり得る。副排出機構26は、わずかに数10 $\mu$ mの隙間しか無い隔壁部24を介して、レーザガスの流れを形成しているため、10L/時のオーダーのガス排出を実現する事は困難となり得る。

[0032] 本発明において、副排出機構26の目詰まり検出のために排出弁32を閉じる期間は、数分程度で充分であり、その時間で配管詰まり判定部41は判定を行う事ができる。通常運転時に、本判定シーケンスを数時間に1回行う事で、副排出機構26の詰まりを検出することができる。排出弁32を長時間(数10分以上)閉じた場合、乖離したレーザガスの排出不充分によりレーザ出力の低下などの2次的な課題の発生が考えられるが、数分程度であれば問題ない。

[0033] 本発明の実施シーケンスとしては、上述した通り送風機が運転している状態以外で行う事も可能である。前回運転終了後から次回運転開始までの間に、ガス流路中から析出した不純物や外部から侵入した水分などがレーザガスに混入してしまう。ガスレーザ発振装置は、通常、運転開始時に、ガス流路中の不純なレーザガスを一旦真空ポンプで排気して外部へ出してしまふ。これを真空引きと呼んでいる。その後、改めて新鮮なレーザガスをガスボンベより充填することが行われる。通常真空引きの際には主排出機構と副排出機構の両方から排気を行うが、この時にある瞬間のみ排出弁32を閉じ、排気速度の低下を定量化する。すなわち一定量の圧力が減少するのに要する時間を測定し、予め設定された値と比較する事で同様の検出が可能である。

[0034] 本発明において、真空ポンプ27よりのガス排出量変化を検出する手段としては、図1に示す通り、供給弁の開閉周期により間接的に求める方法が可能である。他にも、図2のように主排出機構と副排出機構の合流位置の下流、あるいは図3のように副排出機構の途中に、検出部である流量センサ34を設ける事も可能である。あるいは、図4のように副排出機構の2箇所を検出部である圧力検出ポート35を設け、圧力差により流量を検出する事も可能である。

[0035] なお、本発明におけるアラーム発生部43が発生するアラームは、音、光、文字表示、文字印刷、振動、他の装置への情報出力など、その種類を限定しない。



### 産業上の利用可能性

- [0036] 本発明は、送風機を用いたガスレーザ発振装置に関して、特に長期に渡って安定して使用できる高い信頼性を提供でき、産業上有用である。

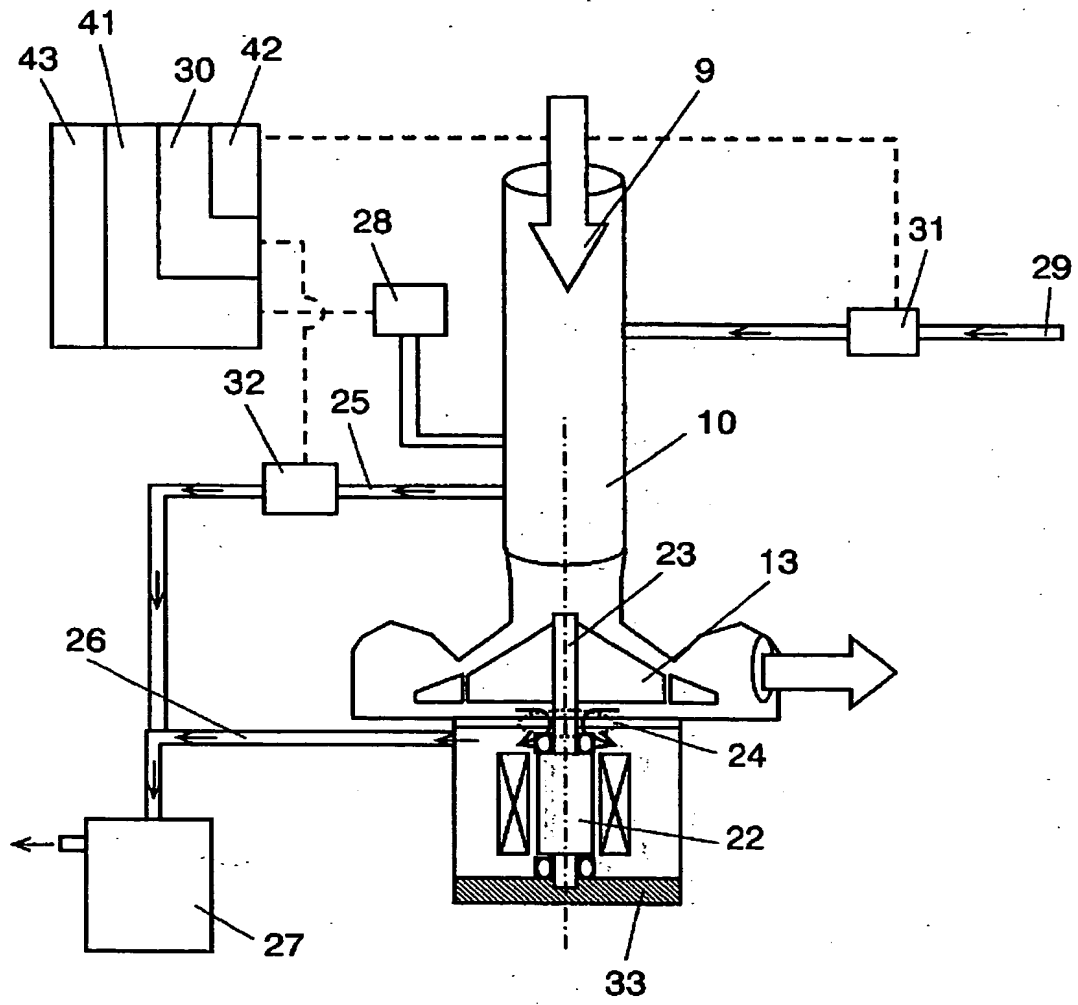
## 請求の範囲

- [1] レーザガスを励起する放電部と、前記レーザガスを送風する送風機と、前記放電部と送風機との間でレーザガスの循環経路を形成するレーザガス流路と、前記送風機を駆動する駆動部と、前記送風機と前記駆動部とを分離する隔壁部と、前記レーザガス流路にレーザガスを供給する少なくとも一つ以上の弁を備えたガス供給機構と、前記レーザガス流路からレーザガスを排出する少なくとも一つ以上の弁を備えた主排出機構と、前記送風機の駆動部からレーザガスを排出する副排出機構と、前記主排出機構と副排出機構の少なくとも一方から排出するレーザガス排出量を検出する検出部と、前記ガス供給機構と主排出機構と副排出機構の各々の弁を制御する制御部と、前記検出部からの信号を前記制御部に入力し、前記制御部で主排出機構の弁を閉じたときのレーザガス排出量を所定の値と比較してレーザガス排出量が所定の値よりも低い場合に前記副排出機構の配管詰まりと判定する配管詰まり判定部とを含むガスレーザ発振装置。
- [2] 前記ガス供給機構の弁の開閉周期を検出する開閉周期検出部をさらに含み、前記配管詰まり判定部は、前記主排出機構の弁を閉じたときの開閉周期が所定の値よりも長い場合に前記副排出機構の配管詰まりと判定する請求項1記載のガスレーザ発振装置。
- [3] 前記配管詰まり判定部が配管詰まりと判定した場合にアラームを発生させるアラーム発生部をさらに含むガスレーザ発振装置。

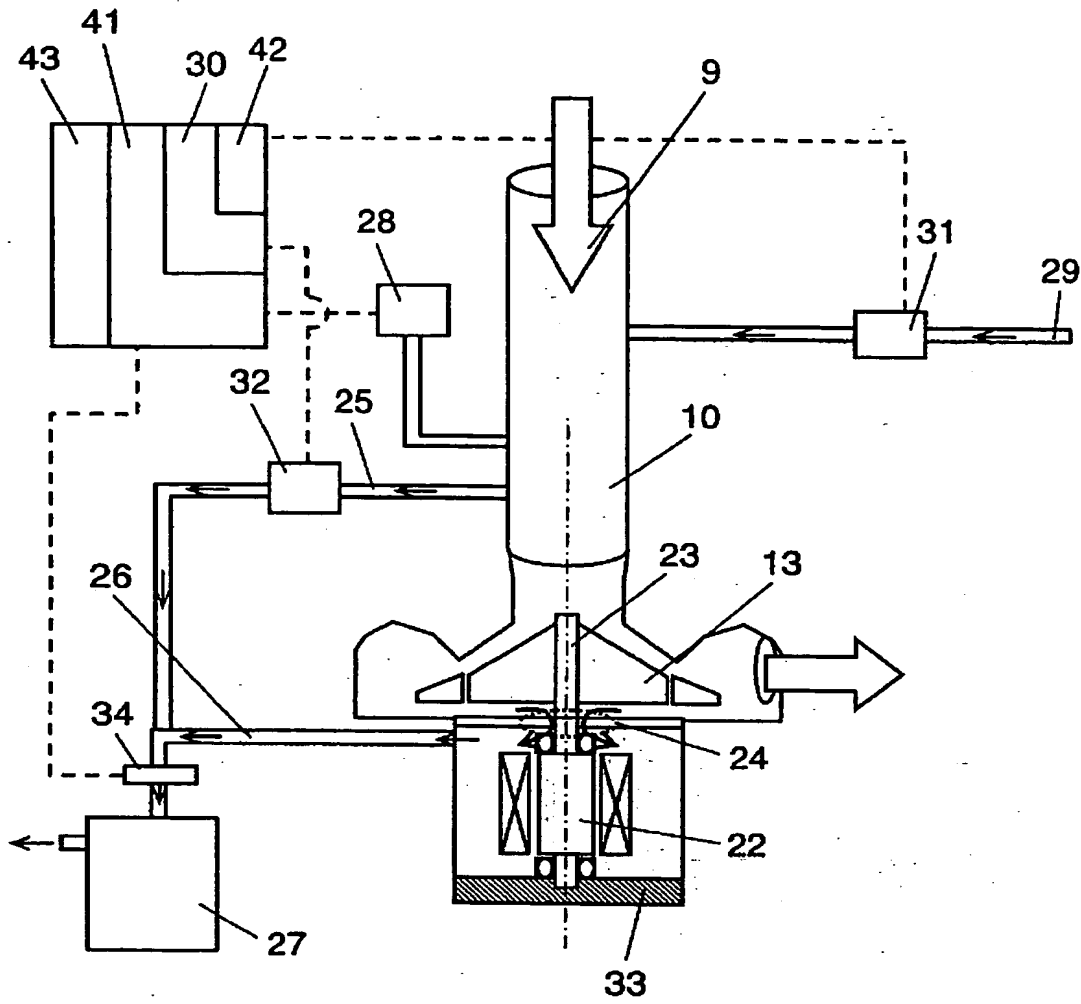
## 要 約 書

副排出機構の配管詰まりを適切に検出できるガスレーザ発振装置が開示されている。本発明のガスレーザ発振装置は、レーザガス流路と、駆動部と、隔壁部と、主排出機構と、副排出機構と、検出部と、配管詰まり判定部とを含む。レーザガス流路は、レーザガスの循環経路を形成する。駆動部はレーザガスを送風する送風機を駆動し、隔壁部は送風機と駆動部とを分離する。主排出機構は、弁を備え、レーザガス流路からレーザガスを排出する。副排出機構は、駆動部からレーザガスを排出する。検出部は、主排出機構や副排出機構から排出するレーザガス排出量を検出する。配管詰まり判定部は、主排出機構の弁を閉じたときのレーザガス排出量が所定の値よりも低い場合に、副排出機構の配管詰まりと判定する。

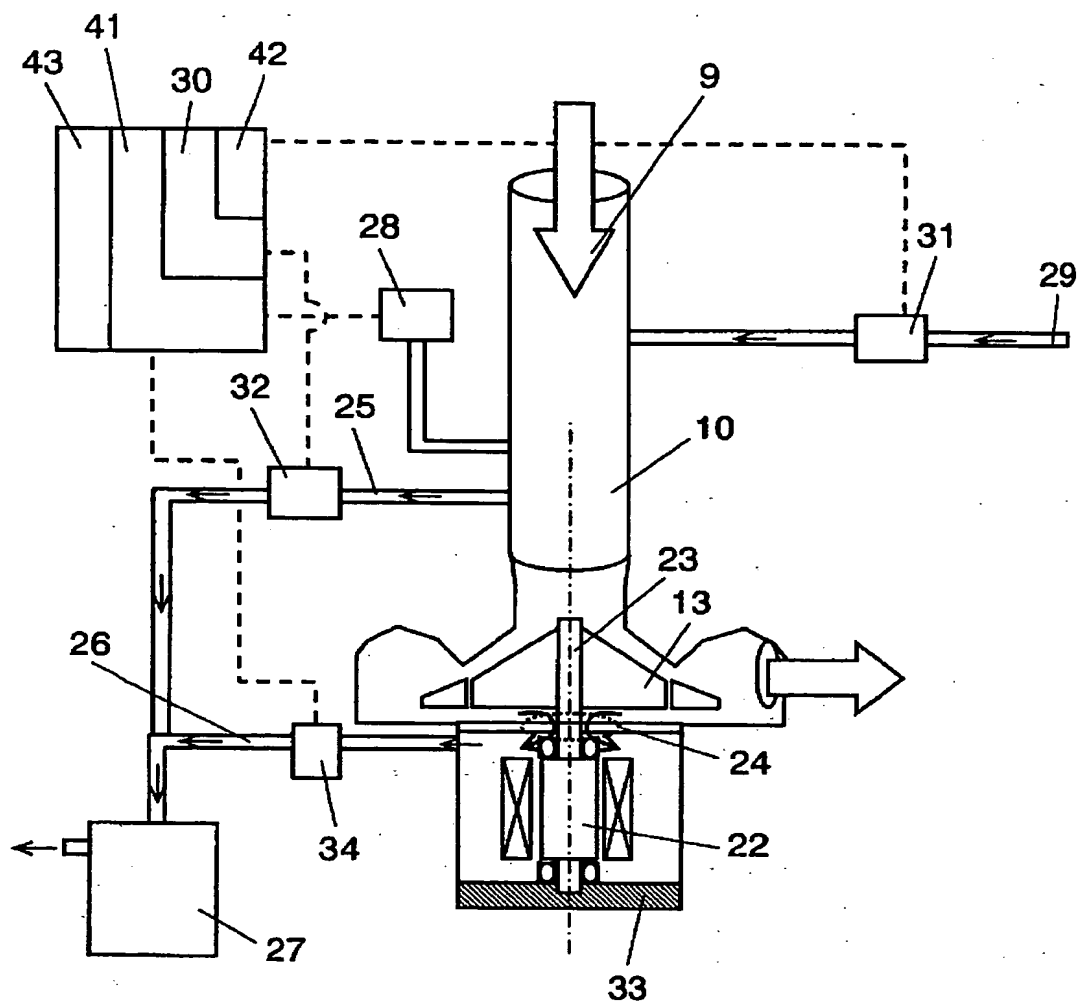
[図1]



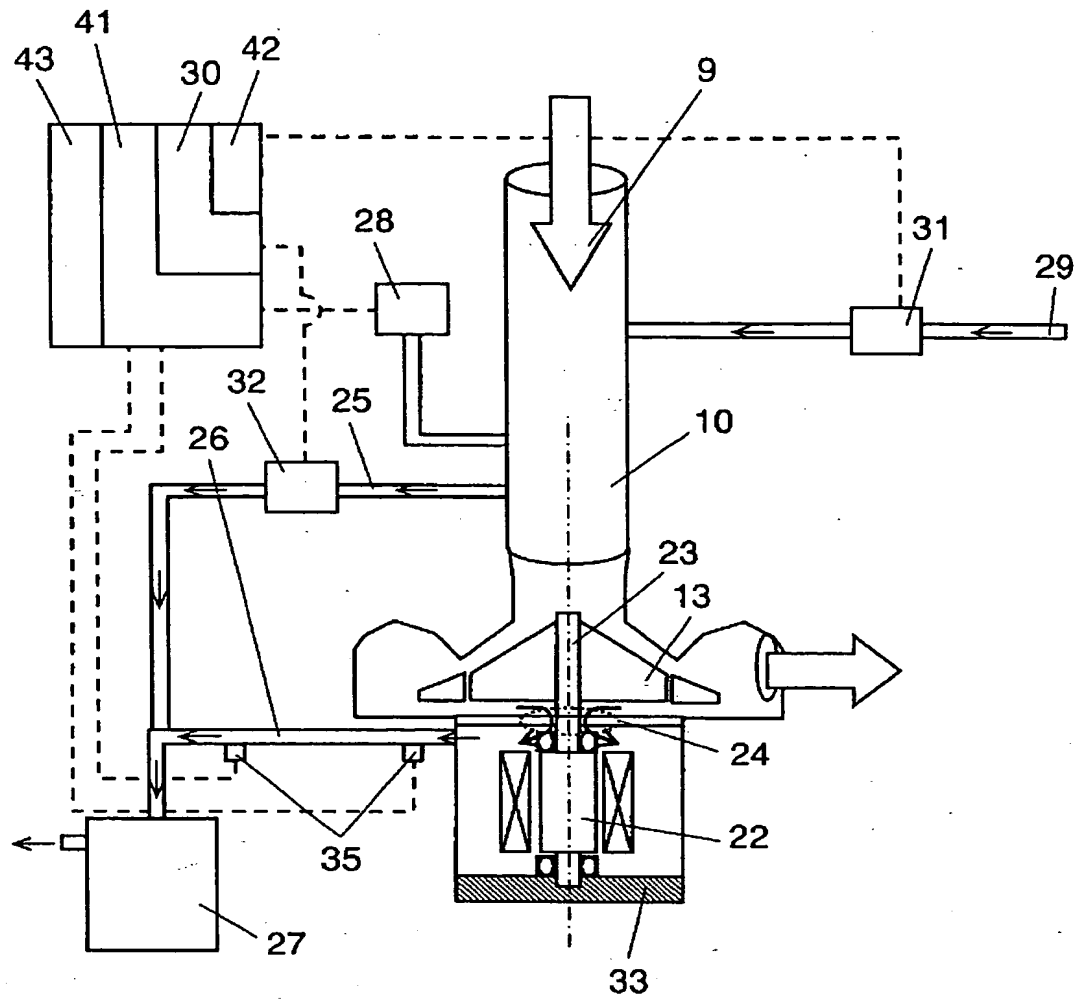
[図2]



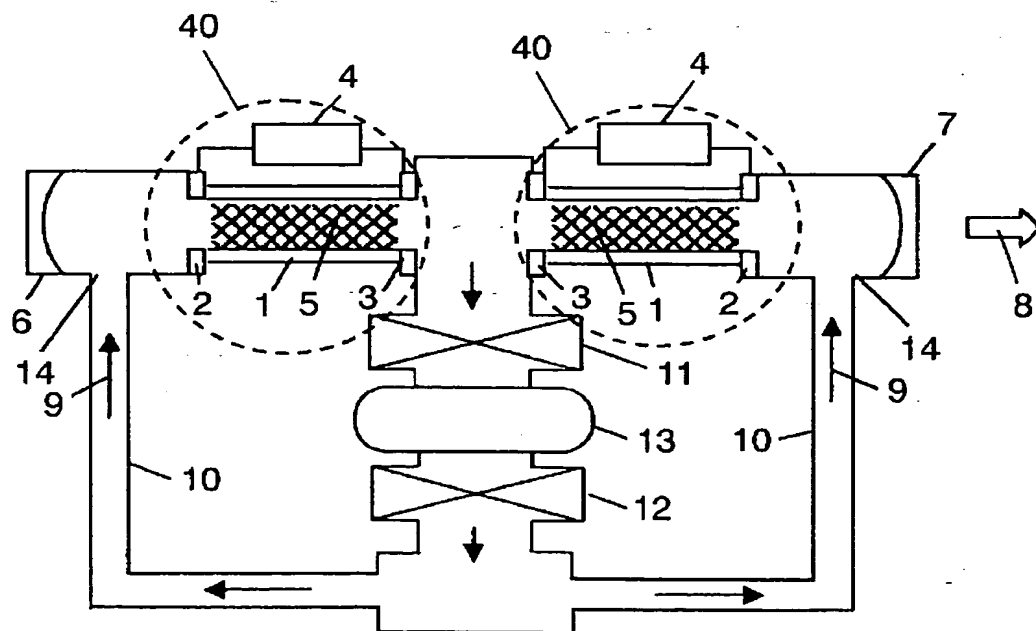
[図3]



[図4]



[図5]



[図6]

